

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
—  
PARIS  
—

①1 N° de publication : **2 590 560**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **85 17630**

⑤1 Int Cl<sup>4</sup> : B 66 C 11/18; B 25 J 13/00; G 21 F 7/06.

⑫ **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 26 novembre 1985.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOP1 « Brevets » n° 22 du 29 mai 1987.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *GUILBAUD Jean-Pierre. — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : Jean-Pierre Guilbaud.

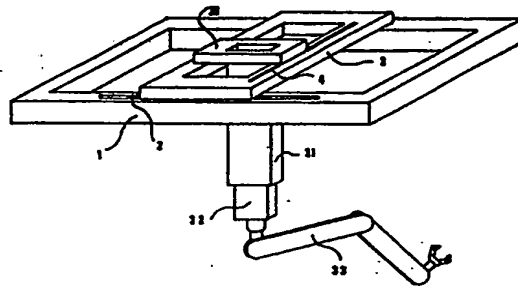
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Michel Laurent.

⑤4 Dispositif de commande mécanique par câble du déplacement d'un objet dans l'espace.

⑤7 Ce dispositif est du type comprenant : un châssis 1; un mobile 3; un second mobile 30; un troisième mobile 32; un ensemble de poulies mobiles; une pluralité de câbles s'appuyant sur lesdites poulies fixées sur l'objet à déplacer; des actionneurs destinés à entraîner l'objet par l'intermédiaire des câbles.

Caractérisé : en ce que tous les câbles forment une boucle fermée et ont une longueur constante; il existe au plus un câble par degré de liberté du déplacement; la direction des brins de câble tendus entre deux poulies susceptibles de se déplacer l'une par rapport à l'autre, est parallèle à l'une des directions principales; le dispositif est muni d'une structure animée 33 de mouvements propres, tel qu'un bras manipulateur.



FR 2 590 560 - A1

D

BEST AVAILABLE COPY

- 1 -

DISPOSITIF DE COMMANDE MECANIQUE PAR CABLE DU  
DEPLACEMENT D'UN OBJET DANS L'ESPACE.

L'invention concerne un dispositif permettant la  
5 commande mécanique par câble, notamment à distance et en  
atmosphère contrôlée, de la translation d'un objet dans  
l'espace, et de l'animation de ses mouvements propres.

On connaît des dispositifs tels que les ponts rou-  
10 lants qui permettent le déplacement dans l'espace d'un  
objet quelconque. Ils présentent une motorisation dite  
embarquée, c'est-à-dire placée au sein du dit pont.

Ces dispositifs présentent des inconvénients de  
15 plusieurs sortes à savoir :

- les actionneurs doivent être déplacés avec le pont, d'où une augmentation des masses mobiles, due non seulement à la masse propre des actionneurs, mais aussi aux renforcements de structure que cette conception rend  
20 nécessaire ; il en résulte un dimensionnement général plus important, d'où des coûts de construction accrus, ainsi qu'une surconsommation d'énergie, notamment pour de faibles charges ; de plus l'alimentation en énergie de ces actionneurs présente souvent des difficultés :
- 25 - lorsque l'on travaille en milieu hostile, les actionneurs doivent être protégés contre la corrosion et la contamination, et leur maintenance subit des contraintes :
- il est très délicat avec un tel dispositif de  
30 travailler en milieu hors poussière du fait de la pollution due au dispositif d'activation .

L'invention pallie ces inconvénients. Elle propose  
un dispositif destiné à la commande mécanique par câble  
35 de la translation d'un objet dans l'espace comprenant :

- 2 -

- un châssis présentant des éléments de guidage rectilignes le long de l'une de ses deux dimensions principales, constituant ainsi une première direction principale ;

- 5       - un mobile se déplaçant en translation suivant les dits éléments de guidage rectilignes du châssis suivant la dite première direction principale et présentant des éléments de guidage rectilignes dirigés dans une direction parallèle à l'autre dimension principale du  
10   châssis, constituant ainsi une seconde direction principale, guidage sur lequel l'objet se déplace ;

- un ensemble de poulies mobiles ayant un support mobile par rapport au châssis et fixé sur le mobile ;

- un deuxième ensemble de poulies à support fixe  
15   par rapport au châssis ;

- une pluralité de câbles s'appuyant sur les dites poulies mobiles et poulies à support fixe et dont les extrémités sont fixées sur l'objet à déplacer ;

- des actionneurs destinés à entraîner l'objet par  
20   l'intermédiaire des câbles.

L'invention se caractérise :

- en ce que tous les câbles forment une boucle fermée et présentent une longueur constante ;

- il existe au plus un câble par degré de liberté  
25   du déplacement ;

- la direction des brins de câble tendus entre deux poulies susceptibles de se déplacer l'une par rapport à l'autre est parallèle à l'une des directions principales.

- 30       En d'autres termes, l'invention propose une commande par câble adaptée à la translation de toutes charges et ce, en tout milieu et permettant le concours simultané de l'ensemble des câbles, par le jeu de poulies au mouvement désiré .

- 35       Un autre objet de l'invention consiste à disposer

- 3 -

d'une commande mécanique par câble de la translation d'un objet dans l'espace tridimensionnel. Un tel dispositif comprend :

- 5 - un second mobile se déplaçant par rapport au premier mobile sur les dits éléments de guidage du premier mobile, suivant la seconde direction principale ;
- un troisième mobile se déplaçant par rapport au second mobile suivant une troisième direction principale indépendante des deux premières ,

10

Avantageusement, en pratique :

- le dispositif de commande mécanique comprend trois câbles, chacun de longueur constante, le parcours pour chacun des câbles étant analogue, à savoir que
- 15 partant de l'une des extrémités de l'un des câbles fixé sur l'objet, le dit câble suit une direction parallèle à la troisième direction principale jusqu'à une poulie mobile, liée au second mobile, puis il suit une direction parallèle à la deuxième direction principale et s'appuie
- 20 sur une seconde poulie mobile, liée au dit premier mobile, puis il suit une direction parallèle à la première direction principale, et s'appuie sur une première poulie à support fixe par rapport au châssis, enfin il rejoint par l'intermédiaire d'une ou de
- 25 plusieurs poulies dont les supports sont fixes par rapport au châssis une dernière poulie à support fixe par rapport au châssis, les positions relatives des deux dites première et dernière poulies à support fixe par rapport au châssis étant liées au débattement
- 30 souhaité selon les deux premières directions principales, le retour à l'objet du dit câble afin de réaliser une boucle s'opérant par un système de poulie analogue, l'autre extrémité du câble étant fixée en fonction du débattement désiré, selon la troisième
- 35 direction principale ;

- 4 -

- le dispositif de commande mécanique comporte deux poulies libres en rotation, fixées sur le troisième mobile, sur lesquelles viennent s'appuyer deux renvois de chacun des cables, ces poulies étant placées de telle façon que leur position respective définisse le débattement désiré suivant la troisième direction principale ;

- le dispositif de commande mécanique ne comprend qu'un seul cable formant deux, respectivement trois boucles suivant que l'on considère une translation suivant deux ou trois degrés de liberté, l'une des extrémités du dit cable étant fixée à l'objet, s'appuyant sur une poulie de renvoi liée à l'objet, constituant ainsi le point de départ d'une seconde boucle, et se termine alors par un point fixé sur l'objet dans le cas d'un déplacement suivant deux degrés de liberté, mais s'appuyant sur une autre poulie de renvoi, liée à l'objet, dans le cas d'un déplacement suivant trois degrés de liberté, la dite poulie constituant le point de départ de la troisième boucle se terminant enfin par un point de fixation sur l'objet, matérialisant ainsi la seconde extrémité du cable unique, réalisant à lui seul l'ensemble des trois boucles de commande.

- le dispositif de commande mécanique comprend un équivalent cinématique des points fixes des cables sur l'objet à déplacer, constitué d'une crémaillère actionnée par une roue dentée, elle-même solidaire de poulies actionnées par les trois cables responsables de la translation de l'objet .

30

Un autre objet de l'invention consiste à munir le dispositif précédent d'une structure animée de mouvements propres, telle qu'un bras manipulateur.

Avantageusement, en pratique, ce dispositif de commande mécanique est caractérisé :

35

- 5 -

- en ce que l'on couple un ou plusieurs arbres de transmission à un ou plusieurs des actionneurs ;
- en ce que l'on relie les deux entrées d'un différentiel respectivement à l'un de ces arbres de transmission et à un actionneur auxiliaire ;
- en ce qu'un câble commandé par la sortie du dit différentiel , suit un itinéraire parallèle au câble correspondant à l'actionneur, auquel l'arbre de transmission est couplé ;
- en ce que le câble est relié à l'objet, soit directement , soit par l'intermédiaire d'un organe receptrice tel qu'une poulie ou une bielle, le dit objet étant susceptible de se mouvoir suivant un degré de liberté indépendant des deux ou trois degrés de liberté correspondant aux trois directions principales ;

Avantageusement, en pratique:

- le dispositif de commande mécanique dispose d'autant de différentiels que de degrés de liberté indépendants des trois degrés de liberté correspondant aux trois directions principales, l'une des entrées du différentiel étant reliée à l'un des arbres de transmission et l'autre entrée étant reliée à autant d'actionneurs auxiliaires qu'il y a de différentiels ;
- les actionneurs sont du type linéaire ou rotatif ;
- les câbles peuvent être remplacés par des rubans, des chaînes et des courroies.

La manière dont l'invention peut être réalisée et les avantages qui en découlent ressortiront mieux de l'exemple de réalisation qui suit, donné à titre indicatif et non limitatif à l'appui des figures annexées.

- 6 -

La figure 1 est une représentation schématique du dispositif à deux degrés de liberté selon l'invention.

La figure 2 est une autre forme de réalisation de l'invention décrite dans la figure 1, dans laquelle on  
5 il ne subsiste plus qu'un seul câble.

La figure 3 est une vue en perspective d'une forme de réalisation de l'invention suivant trois degrés de liberté, à laquelle on a adjoind un bras manipulateur.

La figure 4 est une représentation schématique  
10 partielle de l'une des formes de réalisation selon l'invention.

La figure 5 est une représentation schématique partielle de la forme de réalisation décrite dans la figure 4, dans laquelle on a schématisé le parcours total d'une  
15 seule boucle de câble.

La figure 6 est une représentation schématique illustrant la démonstration mathématique visant à établir la relation entre le déplacement des câbles et le mouvement de l'objet .

20 La figure 7 est une représentation schématique partielle d'une autre forme de réalisation de l'invention.

La figure 8 est une représentation schématique partielle d'une autre forme de réalisation de l'invention.

La figure 9 est une représentation schématique du  
25 fonctionnement du dispositif selon l'invention, muni d'une structure animée de mouvements propres dans laquelle on a représenté les différentiels.

La figure 10 est une représentation schématique partielle du dispositif précédent, dans laquelle on  
30 montre le parcours d'un câble commandant la translation de l'objet et le parcours analogue d'un câble commandant un mouvement propre à l'objet .

En se référant à la figure 1, on observe un châssis  
35 fixe (1) représenté par une plaque plane recevant un é-

- 7 -

lément de guidage rectiligne (2) selon la dimension principale du châssis (1), cet élément de guidage (2) permettant la translation rectiligne d'un premier mobile (3) (on l'appellera poutre), translation qui s'effectue  
5 dans un plan parallèle au châssis (1). La poutre (3) reçoit elle-même un élément de guidage (4) rectiligne parallèle à la seconde dimension principale du châssis constituant ainsi la seconde direction principale, cet élément de guidage rectiligne (4) permettant le  
10 déplacement rectiligne de l'objet (5) suivant cette dite seconde direction principale. Les mouvements de la poutre (3) et de l'objet (5) sont commandés par un jeu de poulies et de câbles disposés comme suit.

Le châssis (1) reçoit deux poulies motrices (6) et  
15 (7) et deux axes fixes (8) et (9) portant chacun respectivement deux poulies libres en rotation (10) et (11) d'une part et (12) et (13) d'autre part. Les poulies (6) et (7) et les axes (8) et (9) sont disposés au sommet d'un parallélogramme de directions parallèles  
20 aux dites directions principales. La poutre (3) reçoit quatre poulies (14,15,16 et 17), libres en rotation et disposées de telle sorte que les câbles qui passent sur ces poulies aient des parcours droits parallèles à l'une ou l'autre des deux translations.

25

Un premier câble (18) part d'une attache (19) sur l'objet (5), puis passe successivement sur les poulies (14,10,12,7 et 16) et se termine par une attache (20) sur le dit objet (5). Tout ce parcours s'effectue dans  
30 un plan parallèle au châssis (1). Un second câble (21) contenu dans un plan parallèle au plan du câble (18), part d'une attache (22), puis passe successivement sur les poulies (17,13,11,6 et 15), et se termine par une attache (23) sur le dit objet (5).

35



- 8 -

Lorsque les deux poulies motrices (6) et (7), supposées de même diamètre, tournent dans le même sens et à la même vitesse, la poutre (3) se déplace sur son guidage (2), mais l'objet (5) reste immobile par rapport à son élément de guidage (4). La trajectoire résultante pour l'objet est donc une droite parallèle à l'élément de guidage (2).

Lorsque les poulies (6) et (7) tournent à une vitesse opposée, la poutre (3) reste immobile et l'objet (5) se déplace sur son élément de guidage (4). Le mouvement résultant pour l'objet est donc parallèle au guidage (4), c'est-à-dire à la seconde direction principale.

Lorsque l'une ou l'autre des poulies motrices tourne seule, les deux mobiles se déplacent sur leurs guides respectifs et il en résulte pour l'objet un déplacement parallèle à l'une ou l'autre des bissectrices des directions principales.

Il apparaît ainsi que chacune des poulies motrices agit indépendamment l'une de l'autre sur les coordonnées respectives d'un repère, le dit repère ayant pivoté d'un certain angle par rapport aux directions principales. Il est donc ainsi possible de faire décrire à l'objet une trajectoire quelconque, cette trajectoire constituant la résultante d'une combinaison de translations rectilignes.

Il est évident par ailleurs que les poulies motrices pourraient également être réceptrices et se comporter donc comme capteurs de position de l'objet (5).

Dans une autre forme de réalisation représentée dans la figure 2, on a remplacé les deux points fixes

- 9 -

(19) et (22) (par exemple), par un renvoi du câble sur une poulie (24), libre en rotation. Il n'y a alors plus qu'un seul câble pour assurer la commande des deux mouvements. Le fonctionnement reste le même. Seul le comportement hyperstatique du système est modifié. En effet, pour différentes raisons liées à la qualité des éléments de guidage (2) et (4) ainsi qu'à la valeur relative des efforts réels appliqués (charge, inertie et frottements...), il peut être avantageux d'utiliser un tel système.

Il est à noter que l'on pourrait aisément incorporer un différentiel dans la circuiterie des câbles, de telle sorte à munir le dispositif d'une troisième dimension, indépendante des deux premières. On obtiendrait ce que l'on dénomme communément chez l'homme de l'art, un système à deux dimensions plus une.

Dans la figure 3, on peut observer une forme de réalisation, dans laquelle l'objet peut se déplacer suivant trois degrés de liberté. Le dispositif est constitué d'un châssis (1) rectangulaire, comportant des éléments de guidage rectilignes (2), parallèles à la dimension principale du châssis, qui supportent un premier mobile (3), (que l'on appellera la poutre), susceptible de se déplacer le long de ces dits éléments de guidage. Cette poutre (3) comporte également des éléments de guidage (4), perpendiculaires aux précédents, et supportant un second mobile (30), (que l'on appellera chariot), susceptible de se déplacer suivant la seconde dimension principale du châssis (1). Un fourreau (31), solidaire du chariot (30), permet les translations de l'objet (5) suivant une troisième direction, perpendiculaire au plan défini par les deux premières, l'objet (5) étant alors constitué d'une colonne (32)

- 10 -

pouvant coulisser dans le fourreau (31) . Un bras manipulateur (33) est fixé à la colonne (32) par tout moyen approprié, et est actionné par un dispositif, qui sera décrit plus en détail ultérieurement.

5 La figure 4 représente le trajet partiel des trois câbles, permettant le déplacement dans l'espace de l'objet (5). Ce déplacement est obtenu par la conjugaison de trois translations rectilignes élémentaires . Le point (35) correspond au point de concours de trois axes  
10 (36), (37) et (38), parallèles aux trois directions de translation élémentaire , et définissant un repère. Un premier câble (39), partant d'un point (40) situé sur l'axe (36), parallèlement à l'axe (37), s'appuie successivement sur les poulies (41) et (42)  
15 parallèlement aux axes (36) puis (38), et se termine par une attache (43) sur l'objet (5) . De façon similaire, un second câble (44) partant d'un point (45) situé sur l'axe (37), parallèlement à cet axe, s'appuie successivement sur les poulies (46) et (47),  
20 parallèlement aux axes (36) et (38) et se termine par une attache (48) sur l'objet (5). Un dernier câble (49), partant d'un point (50), situé sur l'axe (38), parallèlement à l'axe (37) , s'appuie sur les poulies (51) et (52), parallèlement aux axes (36) et (38), et se termine  
25 par une attache (53) sur l'objet (5) . Dans ce schéma, les poulies (41), (46) et (51) , d'axes parallèles à l'axe (38), sont liées à la poutre (3), et les poulies (42), (47) et (52), d'axes parallèles à l'axe (37), sont liées au mobile (30).

30

Compte tenu du fait qu'un câble ne peut travailler qu'en traction, il est nécessaire de prévoir un brin de câble antagoniste pour chacun des câbles (39), (44) et (49). La figure 5 représente la disposition du câble (39)  
35 sur son trajet intégral. Il est clair que les points (40)

- 11 -

(45) et (50) sont des points virtuels, constituant des artifices de compréhension, destinés à simplifier le schéma explicatif, et qu'en fait, les câbles correspondants se poursuivent par les brins antagonistes des dits câbles. Le câble (39), part d'une attache (55) liée à l'objet (5), parallèlement à l'axe (38), puis successivement sur les poulies (56), (57) et (58) avec des parcours parallèles aux axes (36) et (37). La poulie (57) comme la poulie (41) est liée à la poutre (3). La poulie (58) est une poulie à support fixe à partir de laquelle le câble revient au point virtuel (40), en s'appuyant sur d'autres poulies à support fixe telles que les poulies (59) et (60). Il est à noter que la position de la poulie (59) dans l'espace est absolument quelconque. La seule contrainte réside dans le fait que entre les poulies (60) et (41), et entre les poulies (57) et (58), le câble doit être parallèle à l'axe (37). La configuration des autres câbles antagonistes est similaire.

20

La figure 6 permet d'explicitier les propriétés de ce dispositif, en montrant que chacun des trois câbles de la figure précédente agit, et ce de façon indépendante, sur les coordonnées de l'objet (5), définies dans un nouveau repère, par rapport à celui défini par les trois axes (36), (37) et (38). On reconnaît dans cette figure, le parcours du câble (39). Désignons par  $x$ ,  $y$  et  $z$ , les coordonnées du point (43), par rapport aux axes (36), (37) et (38). Le calcul de la longueur  $L_1$  du câble (39) entre le point virtuel (40) et le point (43) est le suivant :

$$\begin{aligned} L_1 &= A - x - r_1 - r_2 + y - r_1 + z - r_2 + a_1 + a_2 \\ L_1 &= A + a_1 + a_2 - 2(r_1 + r_2) - x + y + z \\ L_1 &= K - x + y + z \end{aligned}$$

avec :

35 A : distance séparant les points (35) et (40)

- 12 -

$a_1$  et  $a_2$  : arcs constants enroulés sur les poulies (41) et (42)

$r_1$  et  $r_2$  : rayons des poulies (41) et (42)

$$K = a_1 + a_2 - 2(r_1 + r_2)$$

- 5 Si la longueur  $L_1$  et le parallélisme des brins aux trois axes sont conservés, le point (43) est assujéti à se déplacer dans le plan d'équation :

$$-x + y + z = L_1 - K$$

- Si la longueur  $L_1$  varie, ce plan reste parallèle à  
10 lui-même : il admet pour vecteur directeur, le vecteur de coordonnées  $(-1, 1, 1)$ .

- Le même raisonnement s'applique aux deux autres cables (44) et (49); on obtient deux plans de vecteur directeur respectifs  $(1, -1, 1)$  et  $(1, 1, -1)$ . La position  
15 dans l'espace de l'objet (5) en translation est donc totalement définie par les trois longueurs  $L_1, L_2$  et  $L_3$ . Si on fait varier une seule longueur, l'objet (5) se déplacera suivant la direction de l'intersection des deux plans fixes définis par les deux longueurs  
20 constantes. Le vecteur directeur de la direction de ce déplacement s'obtient en effectuant le produit vectoriel des vecteurs directeurs des plans fixes. On observe ainsi que si la longueur d'un seul cable varie, le déplacement de l'objet (5) s'effectuera dans la direction de la  
25 bissectrice des deux axes portant les points fixes virtuels des deux cables de longueur fixe, c'est à dire :

- si  $L_1$  varie seule, déplacement selon la bissectrice des axes (37) et (38);
- si  $L_2$  varie seule, déplacement selon la bissectrice  
30 des axes (36) et (38);
- si  $L_3$  varie seule, déplacement selon la bissectrice des axes (36) et (37).

- Pour obtenir un déplacement selon l'un des axes de  
référence (36), (37) ou (38), il faut et il suffit que la  
35 longueur de l'élément de cable ayant son point fixe

- 13 -

virtuel sur cet axe varie d'une certaine quantité et que, simultanément, les longueurs des deux autres éléments de cable varient de la même quantité .

5           On peut observer au sein de la figure 7 une autre forme de réalisation de l'invention ,dans laquelle, en plus du dispositif décrit dans les figures précédentes, on fixe deux poulies de renvoi (61) et (62) sur le troisième mobile de façon à assurer une  
10 meilleure stabilité au déplacement de l'objet (5). Ces deux poulies de renvoi sont positionnées de façon à définir le débattement souhaité selon la troisième direction principale.

15           Dans une autre forme de réalisation représentée dans la figure 8 ,on a remplacé les points fixes des trois cables (39) , (44) et (49) par un équivalent cinématique ,constitué d'une crémaillère (75) fixée sur l'objet (5). On a représenté le trajet partiel du cable  
20 (39). Celui-ci, après passage sur la poulie (41), s'appuie sur une poulie (76), parallèlement à l'axe (36), solidaire d'une roue dentée (77), susceptible de coopérer avec la crémaillère (75). Puis il s'appuie sur une poulie (78), coplanaire avec la poulie (76), la distance  
25 d'embarras séparant les poulies (76) et (78) étant d'autant plus importante que l'on désire augmenter la motricité de l'ensemble. Puis le cable (39) rejoint après passage sur une nouvelle poulie (79), le trajet analogue à celui représenté dans les figures 1 à 7 .

30

          On peut observer dans la figure 9, un schéma explicatif de l'animation du bras manipulateur selon un certain nombre de degrés de liberté indépendants des degrés de libertés définis par les trois directions de  
35 translations élémentaires. Le dispositif d'actionnement comprend une chaîne cinématique (70) comportant une

- 14 -

série de différentiels (71) entraînés d'une part par des actionneurs spécifiques (72), (73), (74) et (85) des mouvements auxiliaires considérés, et d'autre part un actionneur (86) d'un des câbles (39), (44), ou (49) par l'intermédiaire d'un axe de transmission solidaire de cet actionneur (86). Le câble (87) issu du différentiel (71) suit un trajet analogue au câble correspondant à l'actionneur (86), en l'occurrence, il s'agit du câble (39). Si l'actionneur spécifique (72) n'est pas activé, il n'y aura pas de mouvements auxiliaires. Par contre, si cet actionneur spécifique est mise en mouvement, on observera un mouvement auxiliaire, indépendant des mouvements de translation de l'objet (5).

Au sein de la figure 10, on peut observer le dispositif d'animation d'un mouvement auxiliaire, propre à la colonne (32), et indépendant des trois degrés de liberté définis par les trois directions de translation élémentaire. Ce mouvement est commandé par l'intermédiaire d'un câble (80), qui suit un mouvement pratiquement analogue au câble (39), et qui est actionné par un différentiel (non représenté). Ce différentiel est lui-même activé par l'actionnement du câble (39), par l'intermédiaire d'un arbre de transmission (non représenté) et d'un actionneur spécifique (également non représenté). Ce câble (80) anime par l'intermédiaire d'une poulie (81), un mouvement auxiliaire quelconque, propre à la colonne (32).

De la présente invention se dégagent un certain nombre d'avantages, à savoir :

- elle facilite le travail en atmosphère contrôlée du fait que les actionneurs ne sont pas embarqués. Inversement, l'objet ne se trouve plus en contact avec la pollution due aux moteurs. On obtient donc un

- 15 -

confinement réciproque ;

- la réalisation de l'une quelconque des translations élémentaires suppose l'utilisation des trois actionneurs, d'où un gain de puissance et une  
5 diminution sensible de l'inertie ;
- les actionneurs peuvent être identiques, alors que l'utilisation d'un actionneur pour les translations verticales suppose un apport de puissance supplémentaire
- le dispositif peut avantageusement être utilisé  
10 comme système de repérage, ou d'indexation, en inversant les rôles de chacun des éléments ;
- le dispositif est facilement adaptable aux structures courantes ;
- les efforts de traction sont intégralement portés  
15 sur l'objet, ils n'ont pas de composantes sur les éléments de guidage rectilignes .
- le dsipositif apporte des conditions d'utilisation avec une stabilité et un équilibre du transfert remarquables .

20

Outre les applications classiques d'un dispositif de transfert , cette invention est particulièrement adaptée au travail en milieu hostile, tel qu'en milieu nucléaire, ou le travail en atmosphère hors poussière. De  
25 plus, du fait de la possibilité de mouvements auxiliaires d'une grande précision, il se prête à de nombreuses autres applications.

30



REVENDEICATIONS

1/ Dispositif de commande mécanique par câbles,  
pour la translation d'un objet dans l'espace selon au  
5 moins deux degrés de liberté, du type comprenant :

- un châssis (1) présentant des éléments de guidage  
rectilignes (2) le long de l'une de ses deux dimensions  
principales, constituant ainsi une première direction  
principale ;

10 - un mobile (3) se déplaçant suivant les dits  
éléments de guidage rectilignes (2) du châssis (1),  
suivant la dite première direction principal et  
présentant des éléments de guidage rectilignes (4)  
dirigés dans une direction parallèle à l'autre dimension  
15 principale du châssis (1) constituant ainsi une seconde  
direction principale, guidage sur lequel l'objet (5) se  
déplace ;

- un ensemble de poulies mobiles (14,15,16 et 17),  
ayant un support mobile par rapport au châssis (1) et  
20 fixé sur le mobile (3) ;

- un deuxième ensemble de poulies (6,7,10,11,12 et  
13) à support fixe par rapport au châssis (1) ;

- une pluralité de câbles (18,21) s'appuyant sur  
les dites poulies mobiles (14,15,16, et 17) et poulies  
25 à support fixe (6,7,10,11 et 12) et dont les extrémités  
(19,20,22,23) sont fixées sur l'objet (5) à déplacer ;

- des actionneurs destinés à entraîner l'objet (5)  
par l'intermédiaire des câbles (18,21),

caractérisé :

30 - en ce que tous les câbles (18,21) forment une  
boucle fermée et ont une longueur constante ;

- il existe au plus un câble par degré de liberté  
du déplacement ;

- la direction des brins de câble tendus entre deux  
35 poulies susceptibles de se déplacer l'une par rapport à

- 17 -

l'autre, est parallèle à l'une des directions principales.

2/ Dispositif de commande mécanique selon la revendication 1, caractérisé en ce que :

- 5        - il comprend un second mobile (30) se déplaçant par rapport au premier mobile (3) sur les dits éléments de guidage (4) du premier mobile (3), suivant la seconde direction principale ;
- 10       - il comprend un troisième mobile (32), se déplaçant par rapport au second mobile (30) suivant une troisième direction principale indépendante des deux premières .

- 15       3/ Dispositif de commande mécanique selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend trois câbles (39, 44, 49), chacun de longueur constante, et que le parcours pour chacun de ces câbles est analogue, à savoir, que partant d'une des extrémités (43) de l'un des câbles (39), fixée sur l'objet (5), le dit câble suit une
- 20       direction parallèle à la troisième direction principale jusqu'à une poulie mobile (42), liée au second mobile (30), puis il suit une direction parallèle à la deuxième direction principale et s'appuie sur une seconde poulie mobile (41), liée au dit premier mobile (3), puis il suit
- 25       une direction parallèle à la première direction principale et s'appuie sur une première poulie (60) à support fixe par rapport au châssis (1), puis il rejoint par l'intermédiaire d'une ou de plusieurs poulies (59), dont les supports sont fixes par rapport au châssis (1),
- 30       une dernière poulie (58) à support fixe par rapport au châssis (1), les positions relatives de ces deux dites première et dernière poulies (59, 58) à support fixe par rapport au châssis (1) étant liées au débattement souhaité selon les deux premières directions
- 35       principales, le retour à l'objet (5) du dit câble (39),

- 18 -

afin de réaliser une boucle, s'opérant par un système de poulie analogue , l'autre extrémité (55) du cable (39) étant fixée en fonction du débattement désiré selon la troisième direction principale .

5

4/ Dispositif de commande mécanique selon la revendication 3 caractérisé en ce que deux renvois de chacun des cables (39,44,49),viennent s'appuyer sur deux poulies libres en rotation (61,62),fixées sur le  
10 troisième mobile (32) de telle façon que leur position respective définisse le débattement désiré suivant la troisième direction principale .

5/ Dispositif de commande mécanique selon l'une  
15 des revendications 1 ,2 et 4 ,caractérisé en ce qu'il ne comprend qu'un seul cable (18) formant deux, respectivement trois boucles suivant que l'on considère un déplacement suivant deux ou trois degrés de liberté, l'une des extrémités (20) du dit cable (18) étant fixée  
20 à l'objet (5),s'appuyant sur une poulie de renvoi (24) liée à l'objet (5),constituant ainsi le point de départ d'une seconde boucle, se terminant alors par un point fixe (23) sur l'objet dans le cas d'un déplacement suivant deux degrés de liberté,mais se poursuivant sur  
25 une autre poulie de renvoi,liée à l'objet,dans le cas d'un déplacement suivant trois degrés de liberté,la dite poulie constituant le point de départ de la troisième boucle se terminant enfin par un point de fixation sur l'objet,matérialisant ainsi la seconde extrémité du  
30 cable unique,réalisant à lui seul,l'ensemble des trois boucles de commande .

6/ Dispositif de commande selon l'une des revendications 3 à 5 ,caractérisé en ce que l'on  
35 substitue les points fixes (43,48,53,55) par un équiva-

- 19 -

lent cinématique comprenant une crémaillère (75) fixée sur l'objet (5), et susceptible de coopérer avec une roue dentée (77), solidaire de poulies (76) entraînées par les câbles (39, 44, 49), appartenant au dispositif de translation de l'objet (5).

7/. Dispositif de commande mécanique selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé :

- en ce que l'on couple un ou plusieurs arbres de transmission (70) à l'un quelconque des actionneurs (86)
- en ce que l'on relie les deux entrées d'un différentiel (71) à l'un de ces arbres de transmission et à un actionneur auxiliaire (72, 73, 74, 85),
- en ce qu'un câble (87) commandé par la sortie du dit différentiel (71), suit un itinéraire parallèle au câble (39) correspondant à l'actionneur auquel l'arbre de transmission est couplé,
- en ce que ce câble (87) coopère avec un organe récepteur (81) lié à un élément mobile (33) de l'objet (5), le dit objet étant susceptible de se mouvoir suivant un degré de liberté indépendant des trois degrés de liberté correspondant aux trois directions principales.

8/ Dispositif de commande mécanique selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'on dispose d'autant de différentiel (71) que de degrés de liberté indépendants des trois degrés de liberté correspondant aux trois directions principales, l'une des entrées des différentiels (71) étant reliée à l'axe de transmission (70), et l'autre entrée étant reliée à autant d'actionneurs auxiliaires (72, 73, 74, 85) qu'il y a de différentiels (71).

2590560

- 20 -

9/ Dispositif de commande mécanique selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les actionneurs (72, 73, 74, 85, 86) sont du type linéaire ou du type rotatif .

5

10/ Dispositif de commande mécanique selon l'une des revendications 1 à 9 , caractérisé en ce que les cables (18, 21, 39, 44, 49, 87) peuvent être remplacés par des rubans, des chaînes, des courroies .

10

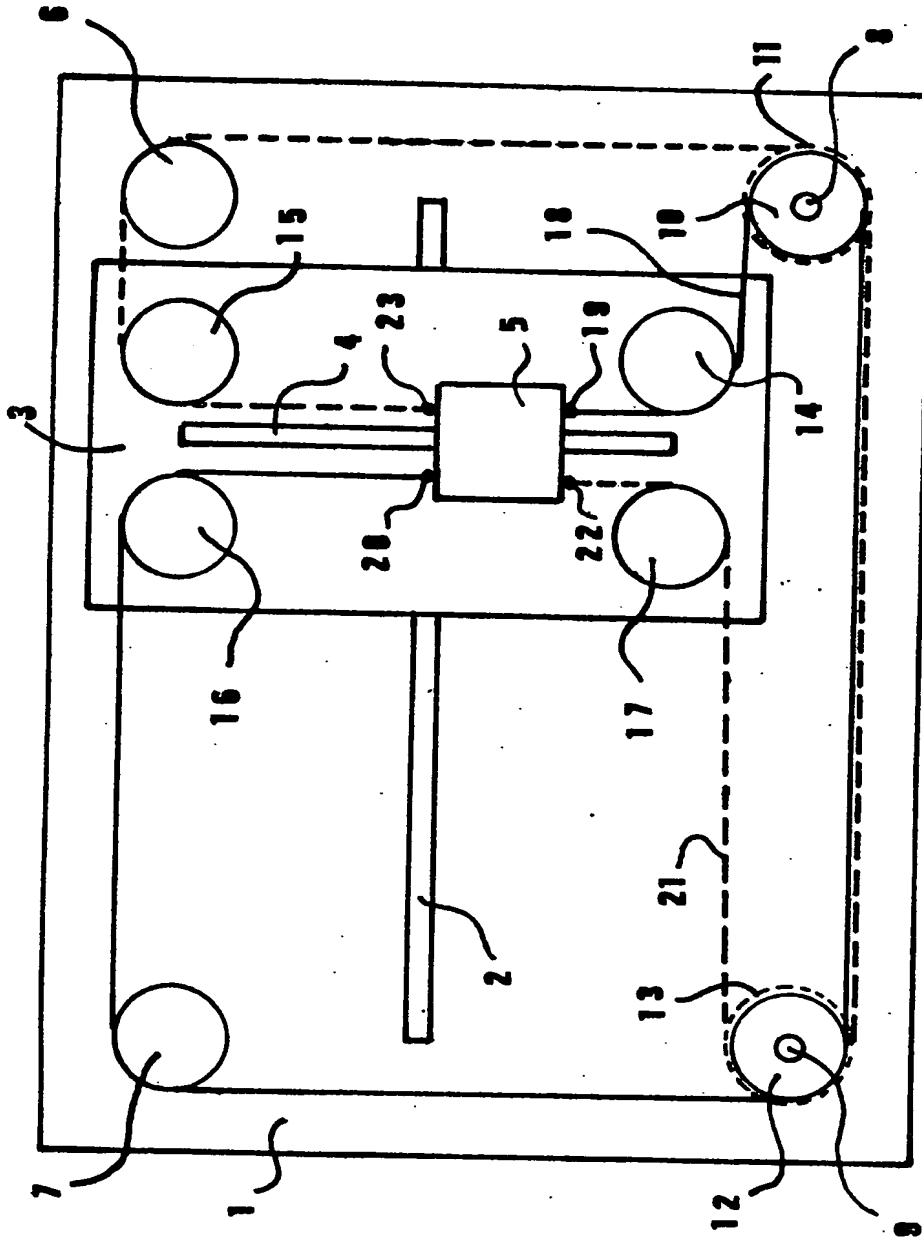


FIG. 1

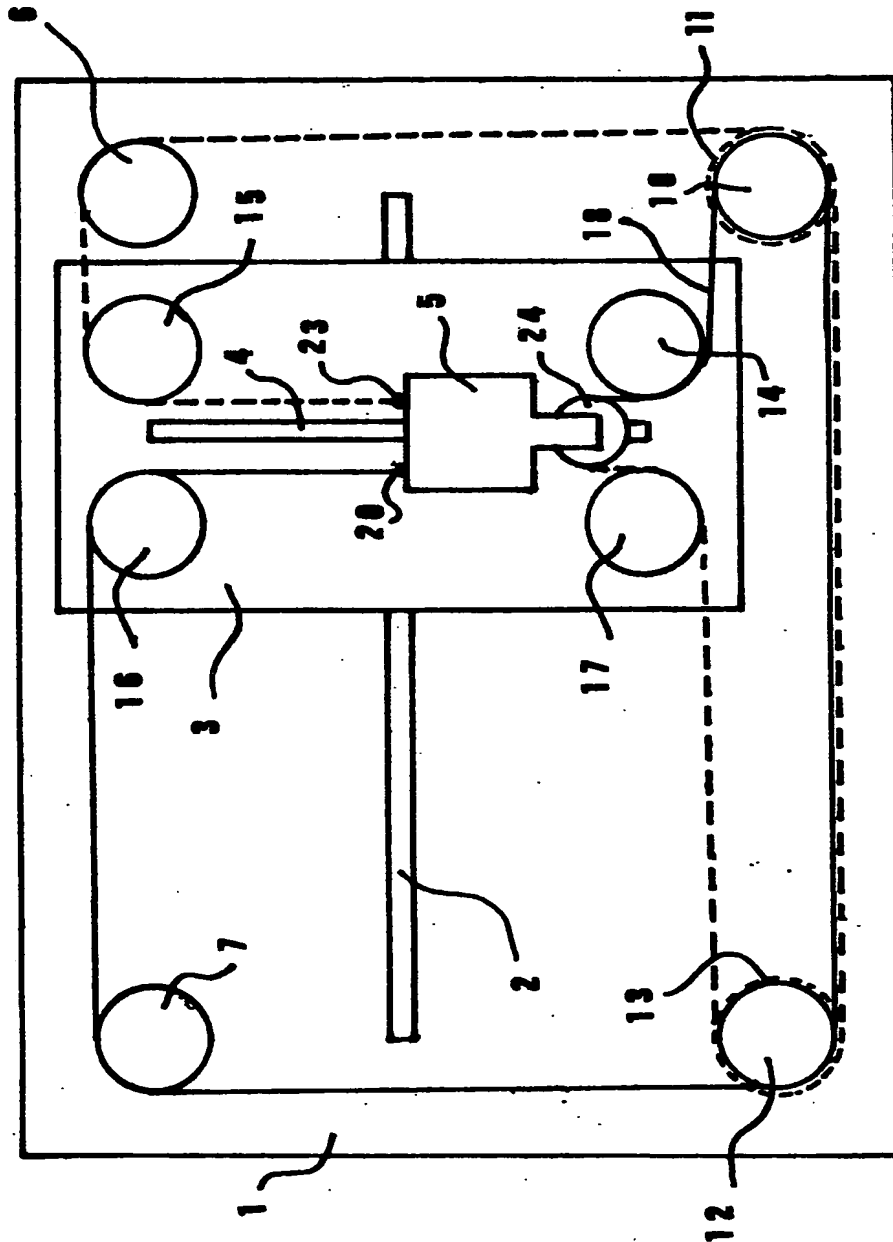


FIG. 2

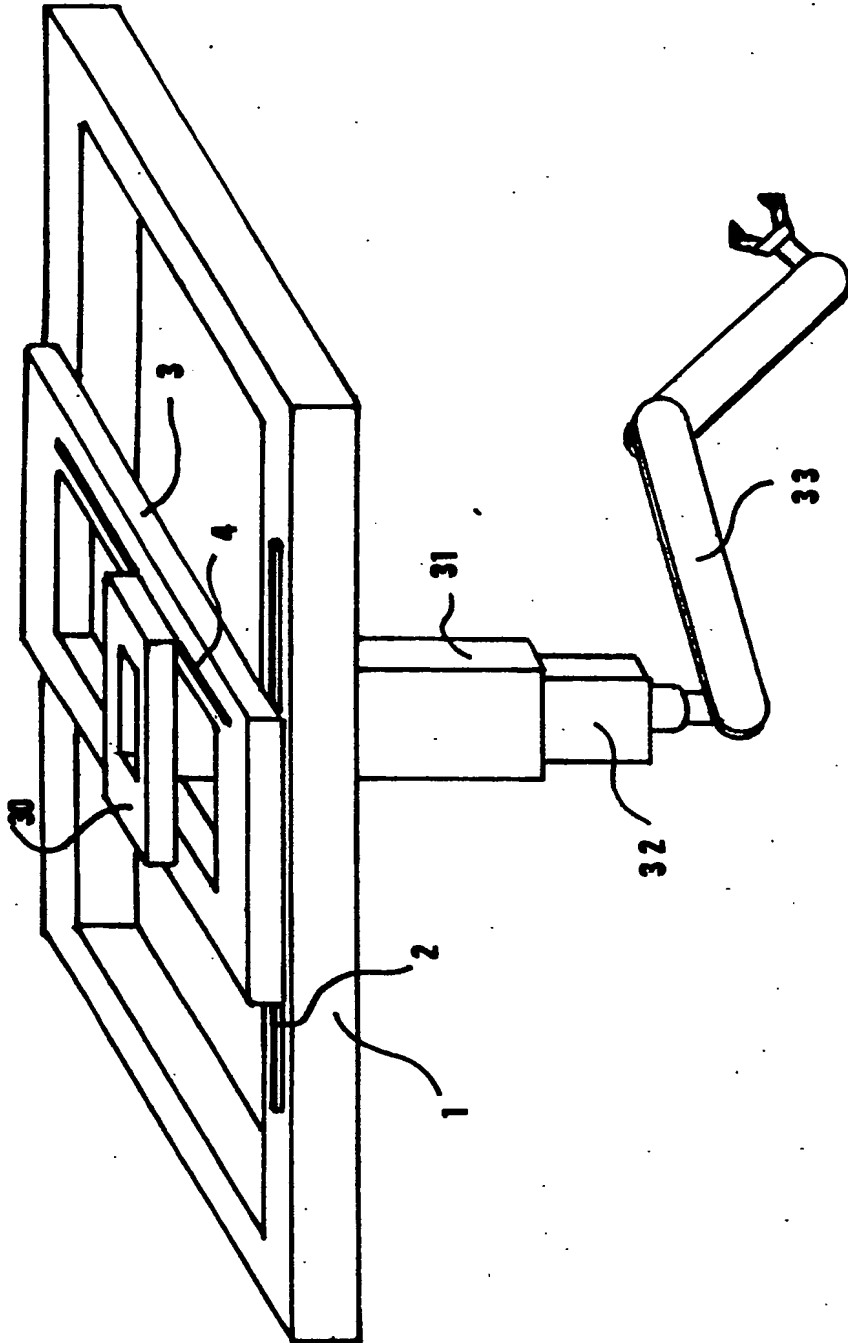
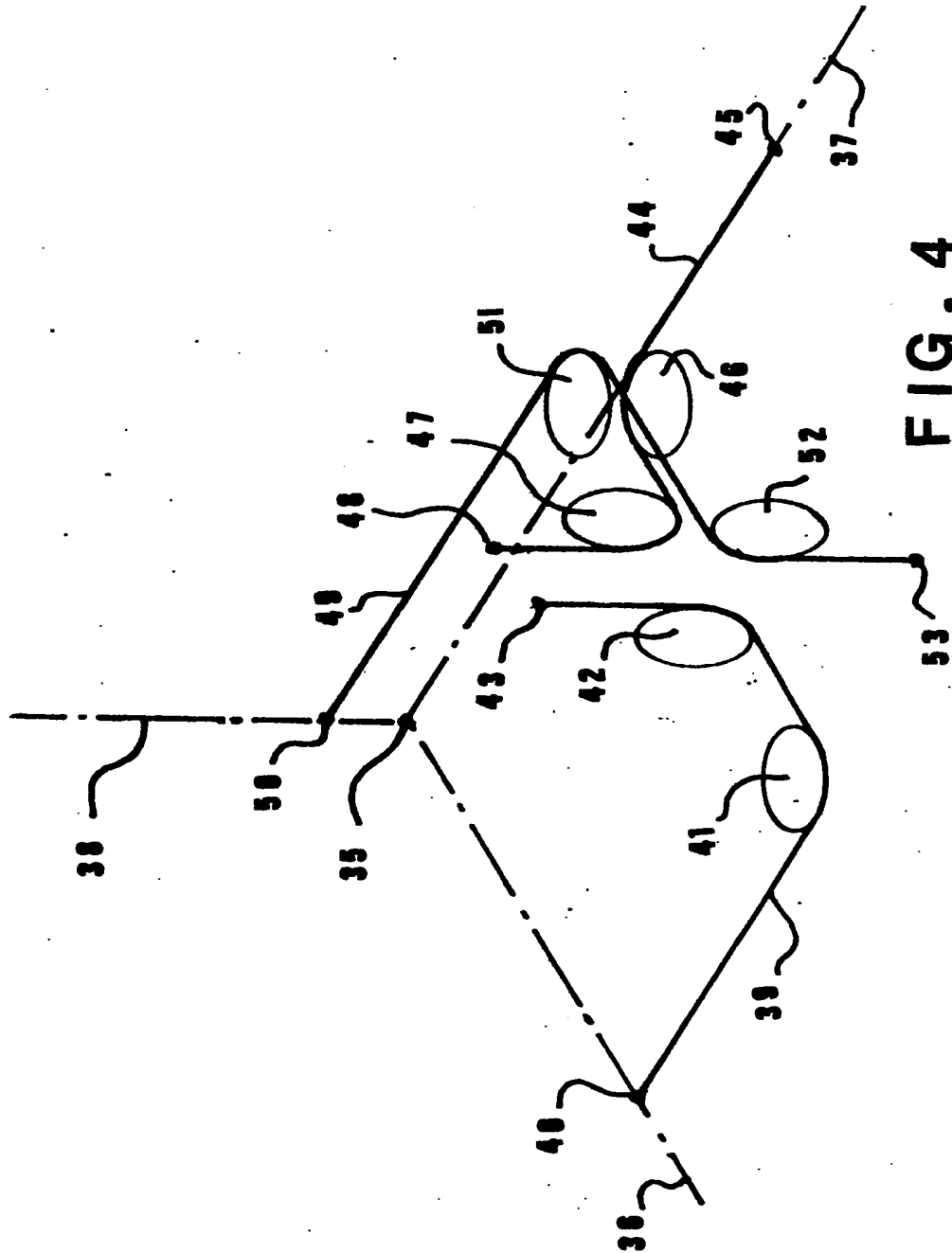


FIG. 3





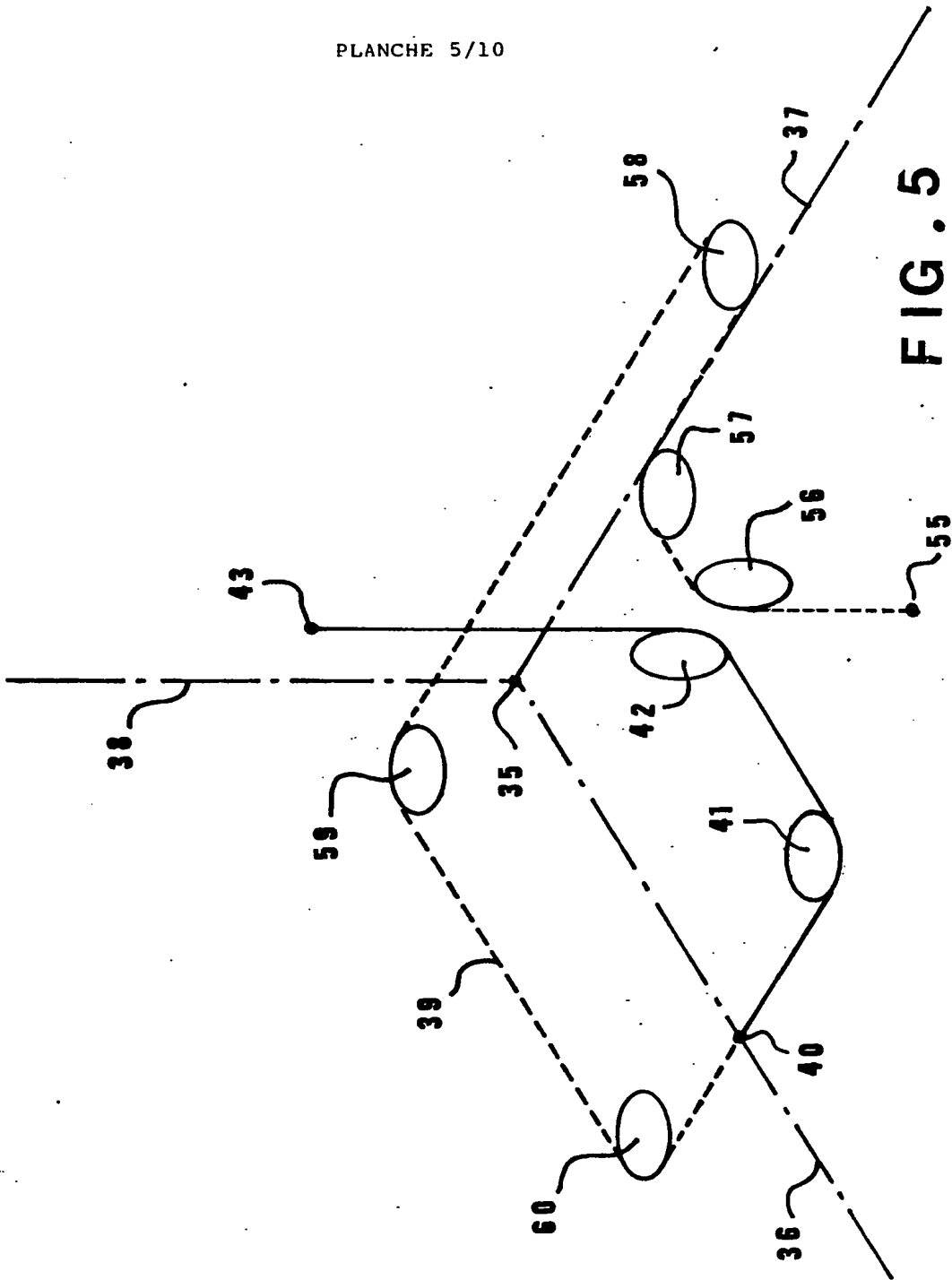
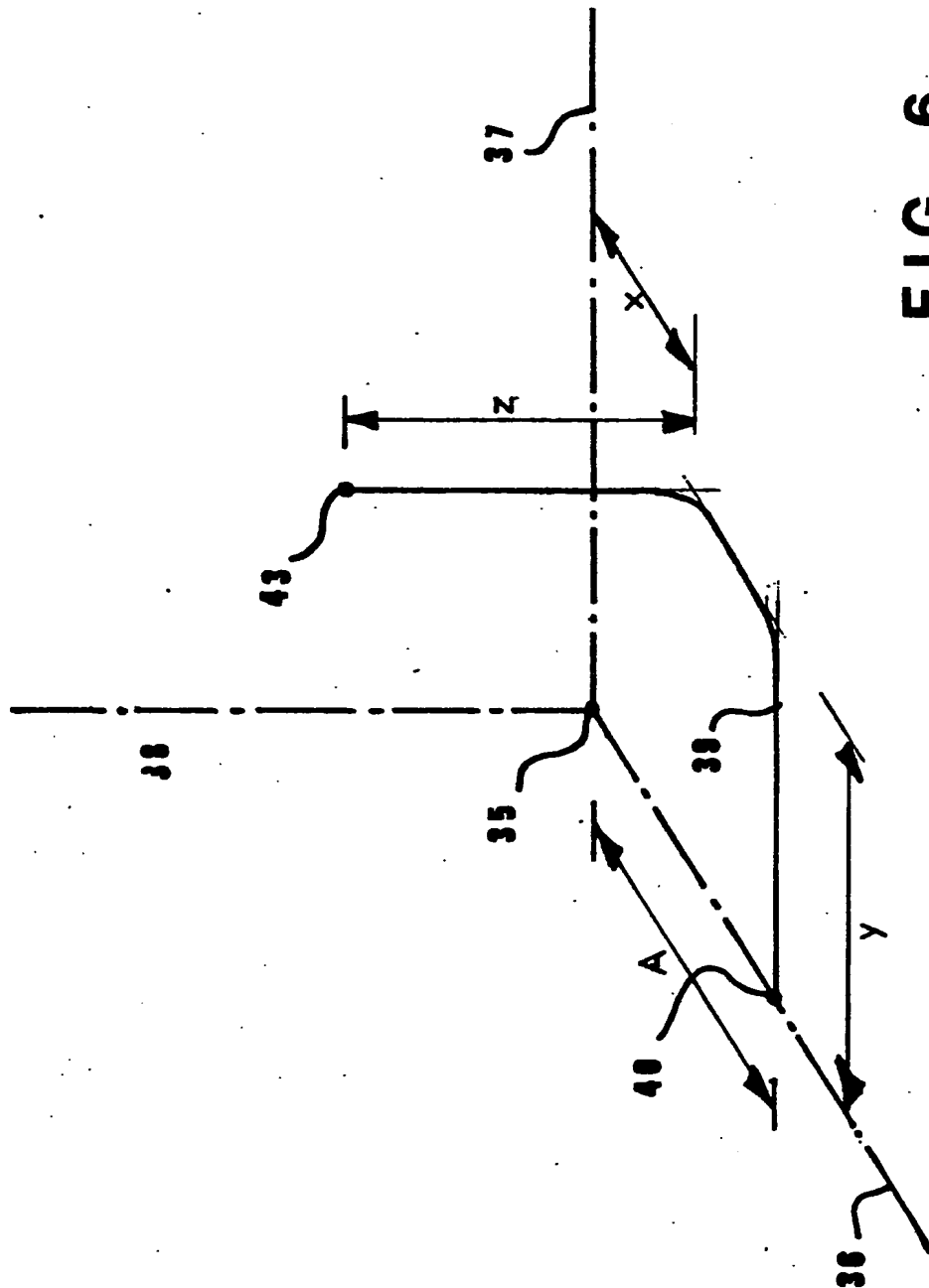
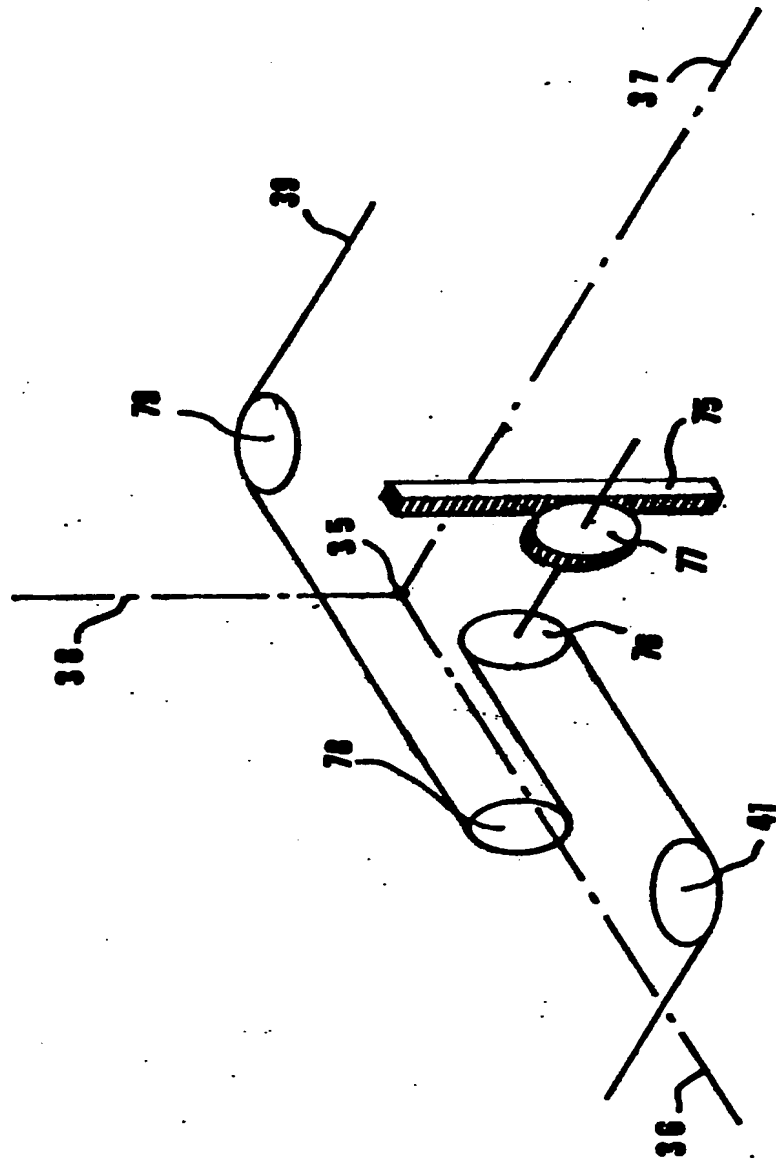


FIG. 5



**FIG. 6**





**FIG. 8**

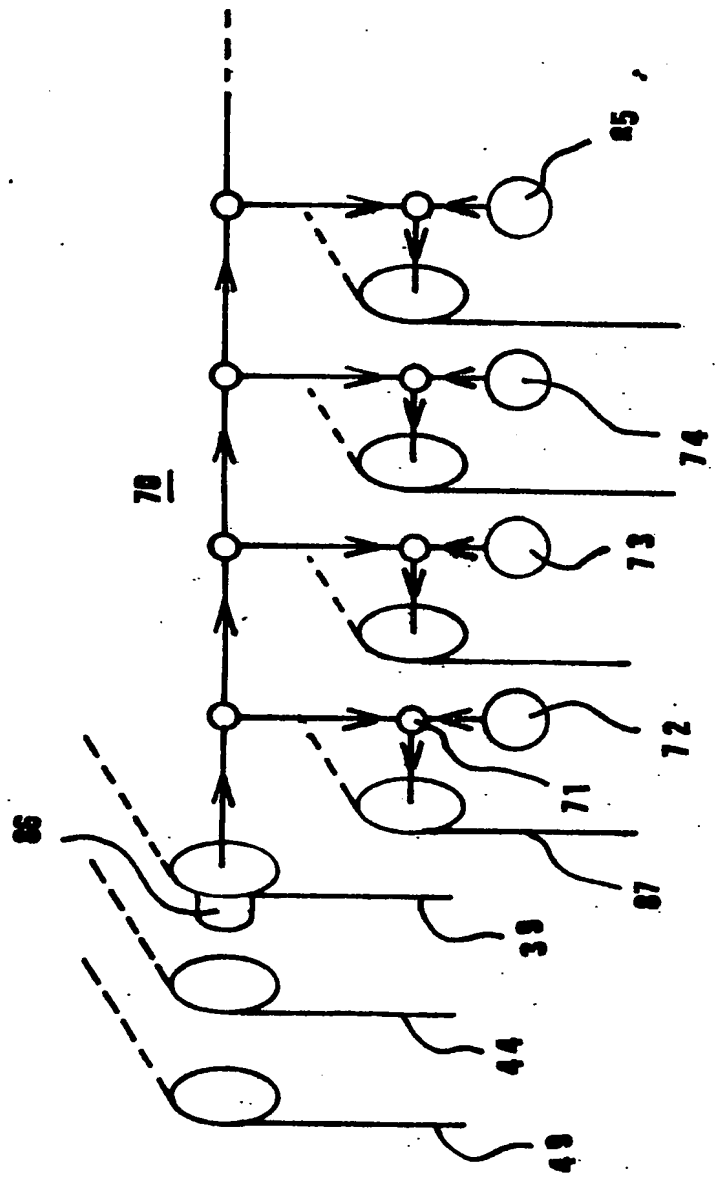


FIG 9

2590560

PLANCHE 10/10

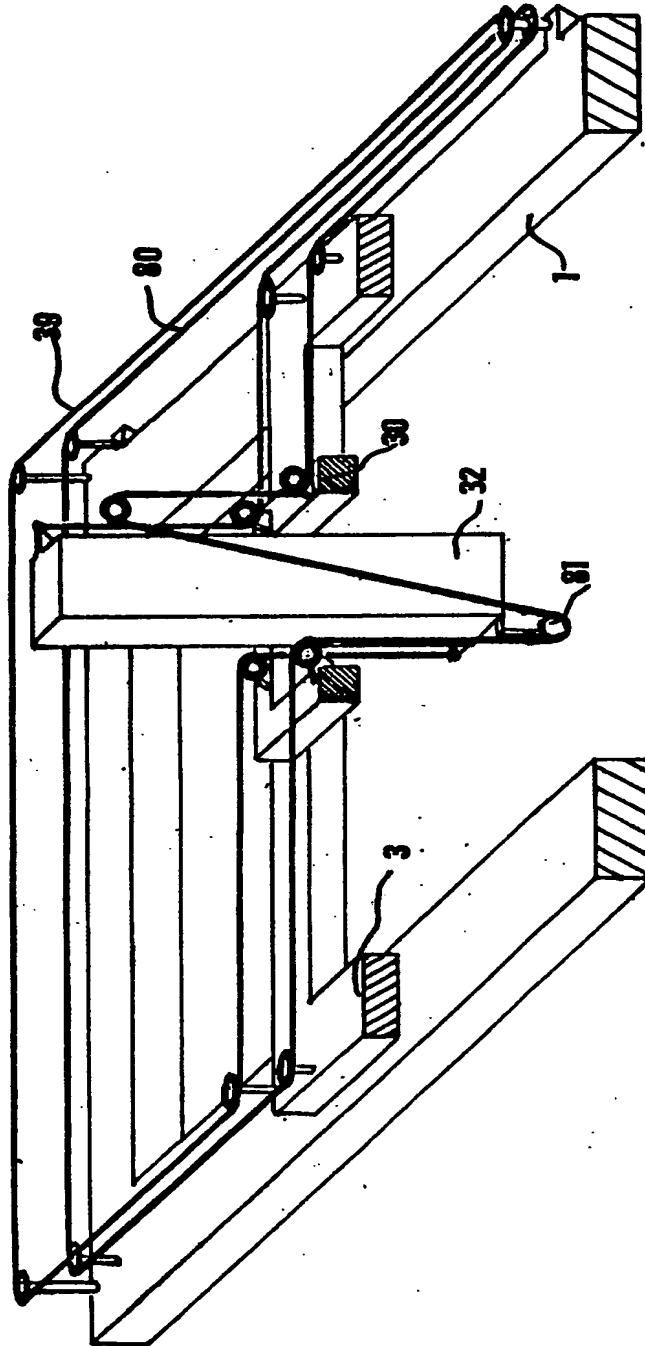


FIG. 10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**